

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10104763  
PUBLICATION DATE : 24-04-98

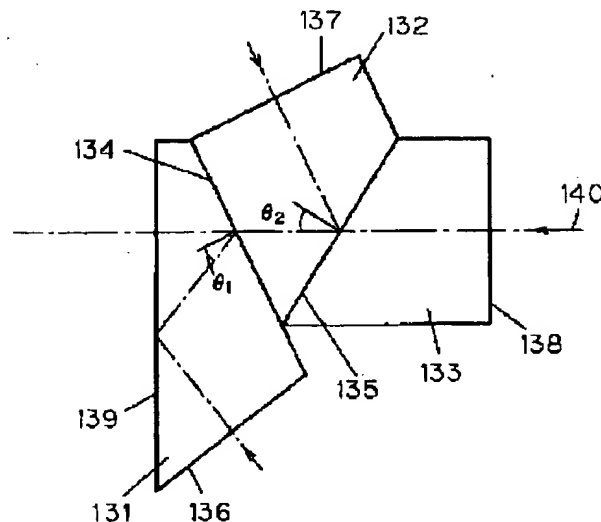
APPLICATION DATE : 27-09-96  
APPLICATION NUMBER : 08256120

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : TANAKA TAKAAKI;

INT.CL. : G03B 33/12 G02B 5/04 G02B 27/18  
H04N 9/31

TITLE : PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE



117

**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance spectral characteristics and compactness by respectively setting the angles of light made incident on a first dichroic mirror and a second dichroic mirror within a specified range.

**SOLUTION:** A prism for synthesizing three colors 117, the light of three primary colors are synthesized to one and the synthesized light is made incident on a projection lens 118. The prism 117 is constituted by joining three of a first prism 131, a second prism 132 and a third prism 133 in turn from the lens 118 side. Three prisms are obtained by polishing an optical glass and the refractive indexes thereof are mutually equal. Then, the first dichroic mirror 134 and the second dichroic mirror 135 are formed on the respective joined surfaces. The incident angle  $\theta_1$  of the light on the first mirror 134 is set within the range of 20°-40° and the incident angle  $\theta_2$  of the light on the second mirror 135 is set within the range of 25°-35°.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

特開平10-104763

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 3 B 33/12

G 0 3 B 33/12

G 0 2 B 5/04

G 0 2 B 5/04

B

27/18

27/18

Z

H 0 4 N 9/31

H 0 4 N 9/31

C

審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平8-256120

(22) 出願日

平成8年(1996) 9月27日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 三戸 真也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 田中 孝明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

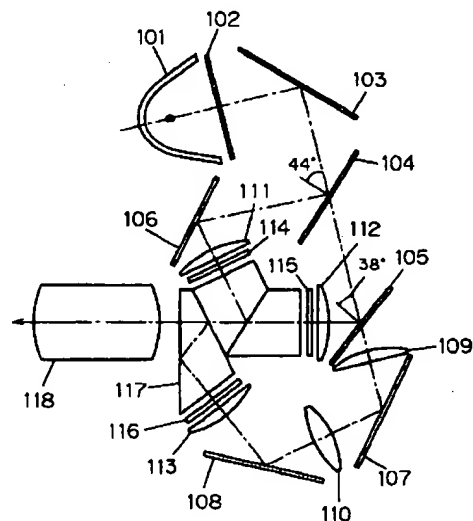
(54) 【発明の名称】 投写型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 ライトバルブ上の光学像をスクリーン上に投写する投写型表示装置に関するもので、3つのライトバルブを用い、1つの投写レンズで構成するときに、色合成光学系に起因して発生するコンバージェンスずれ、非点隔差、解像度劣化を除去し、しかも色均一性、色再現性、色利用効率の良好な投写画像を表示できる投写型表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 色合成光学系を、2つの接合面を有する3つのプリズムからなる3色合成プリズム117を用いて構成する。2つの接合面には、それぞれ投写レンズ118側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ を $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下、第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ を $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下となるように構成する。

101 光源  
103, 106, 107, 108 全反射ミラー  
104, 105 ダイクロイックミラー  
114, 115, 116 液晶パネル  
117 3色合成プリズム  
118 投写レンズ



【特許請求の範囲】

【請求項1】 3原色の色成分を含む光を放射する光発生手段と、  
前記光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、  
前記3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、  
前記3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、  
前記色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、  
前記色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、前記2つの接合面には、それぞれ前記投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、  
前記第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、  
前記第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項2】 前記角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項3】 前記角度 $\theta_1$ と、前記角度 $\theta_2$ は以下の条件を満たす請求項1記載の投写型表示装置。

【数1】

【請求項4】 色分解手段は2つのダイクロイックミラーを有し、前記2つのダイクロイックミラーに入射する光の角度は、いずれも $45^\circ$ 以下となるように配置されている請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項5】 3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、  
前記光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、  
前記3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、  
前記3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、  
前記色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、  
前記色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、前記2つの接合面には、それぞれ前記投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、  
前記第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、  
前記第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、  
かつ投写レンズから出力される光は自然光であることを

特徴とする投写型表示装置。

【請求項6】 前記画像形成手段は、光散乱特性の変化として光学像を形成する高分子分散液晶を用いた液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項5記載の投写型表示装置。

【請求項7】 前記角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項5記載の投写型表示装置。

【請求項8】 前記角度 $\theta_1$ と、前記角度 $\theta_2$ は以下の条件を満たす請求項5記載の投写型表示装置。

【数2】

【請求項9】 前記第1のダイクロイックミラーは、緑色成分の光を反射し、青、赤成分の光を透過する特性を有することを特徴とする請求項5記載の投写型表示装置。

【請求項10】 前記第1のダイクロイックミラーは、青色成分の光を反射し、緑、赤成分の光を透過する特性を有することを特徴とする請求項5記載の投写型表示装置。

【請求項11】 色分解手段は2つのダイクロイックミラーを有し、前記2つのダイクロイックミラーに入射する光の角度は、いずれも $45^\circ$ 以下となるように配置されている請求項5記載の投写型表示装置。

【請求項12】 3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、  
前記光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、  
前記3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、  
前記3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、  
前記色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、  
前記色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、前記2つの接合面には、それぞれ前記投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、  
前記第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、  
前記第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、  
前記3つの画像形成手段は、前記色合成手段の光入射面にそれぞれ光学的に結合されるように固着され、  
かつ投写レンズから出力される光は自然光であることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項13】 前記画像形成手段は、光散乱特性の変化として光学像を形成する高分子分散液晶を用いた液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項12記載の投写型表示装置。

【請求項14】 前記角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項12記載の投写型表示装置。

【請求項15】 前記角度 $\theta_1$ と、前記角度 $\theta_2$ は以下の条件を満たす請求項12記載の投写型表示装置。

【数3】

【請求項16】 前記第1のダイクロイックミラーは、緑色成分の光を反射し、青、赤成分の光を透過する特性を有することを特徴とする請求項12記載の投写型表示装置。

【請求項17】 前記第1のダイクロイックミラーは、青色成分の光を反射し、緑、赤成分の光を透過する特性を有することを特徴とする請求項12記載の投写型表示装置。

【請求項18】 色分解手段は2つのダイクロイックミラーを有し、前記2つのダイクロイックミラーに入射する光の角度は、いずれも $45^\circ$ 以下となるように配置されている請求項12記載の投写型表示装置。

【請求項19】 3原色の色成分を含む光を放射する光発生手段と、  
前記光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、  
前記3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、  
前記3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、  
前記色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、  
前記色分解手段と、前記色合成手段は、それぞれ、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラー面を有するプリズム体であり、  
前記3つの原色光は、前記光発生手段から前記投写手段までの光路長が互いに略等しくなるように構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項20】 前記画像形成手段は、光散乱特性の変化として光学像を形成する高分子分散液晶を用いた液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項19記載の投写型表示装置。

【請求項21】 前記角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項19記載の投写型表示装置。

【請求項22】 前記角度 $\theta_1$ と、前記角度 $\theta_2$ は以下の条件を満たす請求項19記載の投写型表示装置。

【数4】

【請求項23】 前記第1のダイクロイックミラーは、

緑色成分の光を反射し、青、赤成分の光を透過する特性を有することを特徴とする請求項19記載の投写型表示装置。

【請求項24】 前記色分解手段のプリズム体と、前記色合成手段のプリズム体は互いに同一形状、または相似形状である請求項19記載の投写型表示装置。

【請求項25】 3原色の色成分を含む光を放射する光発生手段と、  
前記光発生手段からの放射光を3つの原色光に分解し、再び合成する色分解合成手段と、  
入射する前記3つの原色光をそれぞれ変調して、光学像を形成する3つの反射型画像形成手段と、  
前記色分解合成手段により1つに合成された出力光を投写する投写手段とを具備し、  
前記色分解合成手段は、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラー面を有するプリズム体であり、  
前記3つの原色光は、前記光発生手段から前記投写手段までの光路長が互いに略等しくなるように構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項26】 前記反射型画像形成手段は、光散乱特性の変化として光学像を形成する高分子分散液晶を用いた反射型液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項25記載の投写型表示装置。

【請求項27】 前記反射型画像形成手段は、マトリクス状に反射ミラーが配列され、前記反射ミラーの傾角を制御することにより光学像を形成する反射素子であることを特徴とする請求項25記載の投写型表示装置。

【請求項28】 前記反射型画像形成手段は、複屈折性の変化として光学像を形成するライトバルブであることを特徴とする請求項25記載の投写型表示装置。

【請求項29】 前記角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項25記載の投写型表示装置。

【請求項30】 前記角度 $\theta_1$ と、前記角度 $\theta_2$ は以下の条件を満たす請求項25記載の投写型表示装置。

【数5】

【請求項31】 前記第1のダイクロイックミラーは、緑色成分の光を反射し、青、赤成分の光を透過する特性を有することを特徴とする請求項25記載の投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主としてライトバルブ上に形成された光学像をスクリーン上に拡大投写する投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】大画面映像を得るために、ライトバルブに映像信号に応じた光学像を形成し、その光学像に光を照射し投写レンズによりスクリーン上に拡大投写する方法が従来よりよく知られている。最近では、ライトバルブとして液晶パネルを用いる投写型表示装置が注目されている。

【0003】フルカラーで、高輝度、高解像度の投写画像を得るために、ライトバルブを赤用、緑用、青用として3つ用い、1つの投写レンズで投写する方式が多く用いられている。この場合、光源から出力される白色光を赤、緑、青の3色に分解する色分解光学系と、3色を再び1つに合成する色合成光学系が必要となる。

【0004】色分解光学系、色合成光学系ともに、プレート状のダイクロイックミラーを用いて構成した投写型表示装置の構成例を(図13)に示す。光源1から出力する白色光は、全反射ミラー2で反射された後、ダイクロイックミラー3、4、全反射ミラー5で構成される色分解光学系によって赤、緑、青の3原色光に分解される。各原色光は、それぞれ対応するフィールドレンズ6、7、8、ライトバルブ9、10、11を透過後、ダイクロイックミラー12、13、全反射ミラー14で構成される色合成光学系で1つに合成され、投写レンズ15によってスクリーン上(図示せず)に拡大投写される。

【0005】また、色合成光学系をダイクロイックプリズムを用いて構成した投写型表示装置の構成例を(図14(a)~(c))に示す。

【0006】(図14(a))に示す構成は、色合成プリズム36の2つのダイクロイックミラー面がX字状をなしたタイプである。光源21からの出力光は全反射ミラー22を経て、ダイクロイックミラー23、24、全反射ミラー25、26、27で構成される色分解光学系で3つの原色光に分解される。全反射ミラー26、27を経て進行する色成分は、他の2つの色成分と照明光路長(光源21からライトバルブ33、34、35までの距離)が異なるため、スクリーン上の照度分布が3色とも等光路長である場合と等価的に略等しくなるように、リレーレンズ28、29を補助的に配置している。3つの原色光は対応するフィールドレンズ30、31、32、ライトバルブ33、34、35を透過し、色合成プリズム36で1つに合成された後、投写レンズ37によってスクリーン上(図示せず)に拡大投写される。

【0007】(図14(b))に示す構成は、色合成プリズム52の2つのダイクロイックミラー面、及び全反射面が、(図13)に示した構成のダイクロイックミラー12、13、全反射ミラー14と同じように配置され、光が通過する空間を全てプリズムとし、プリズム全体としてL字状にしたタイプである。光源41からの出力光は全反射ミラー42を経て、ダイクロイックミラー43、44、全反射ミラー45で構成される色分解光学系

で3つの原色光に分解される。3つの原色光は対応するフィールドレンズ46、47、48、ライトバルブ49、50、51を透過し、色合成プリズム52で1つに合成された後、投写レンズ53によってスクリーン上(図示せず)に拡大投写される。

【0008】(図14(c))に示す構成は、色合成光学系の2つのダイクロイックミラー面、及び全反射面が、(図14(b))の構成と同じように配置されているが、2つのキューブ状のダイクロイックプリズム74、75と、1つの三角柱状の全反射プリズム73で色合成光学系を構成したタイプである。光源61からの出力光は全反射ミラー62を経て、ダイクロイックミラー63、64、全反射ミラー65で構成される色分解光学系で3つの原色光に分解される。3つの原色光は対応するフィールドレンズ66、67、68、ライトバルブ69、70、71を透過し、ダイクロイックプリズム73、74、全反射プリズム72で構成される色合成光学系によって1つに合成された後、投写レンズ53によってスクリーン上(図示せず)に拡大投写される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】3つのライトバルブと投写レンズとの間に配置されることになる色合成光学系は、ライトバルブ上の光学像をスクリーン上に結像させる投写光学系の一部であり、色合成光学系を構成するダイクロイックミラー、全反射ミラーのそれぞれの反射面の傾き角精度、位置精度、平面度、及びダイクロイックミラーを透過する場合に発生する非点隔差は、直接スクリーン上の投写画像の画質を左右する。

【0010】(図13)に示した構成は、色合成光学系を構成するダイクロイックミラー13、14、全反射ミラー12がいずれもプレート状であるため、色合成光学系が軽量、かつ低コストであり、しかもダイクロイックミラー13、14の光学特性が色再現、色利用効率という観点で比較的良好であるという長所を有する。

【0011】しかし、セット全体に衝撃が加えられた場合、ダイクロイックミラー13、14、全反射ミラー12の各反射面が初期状態から機構的にずれ、これによって赤、緑、青の光軸が互いにずれてスクリーン上のコンバージェンスずれが発生しやすいという課題がある。

【0012】また、ダイクロイックミラー13、14、全反射ミラー12はいずれもプレート状であるため、平面度の精度を良好に保つことが困難である。一般的に、色合成光学系の反射面に要求される平面度は、理想的な平面との有効範囲内での最大のずれ量が、入射する光の波長を $\lambda$ とすると、 $2\lambda$ 以下、望ましくは $\lambda$ 以下が必要となる。平面度が良好でない場合、コンバージェンスずれや結像性能の劣化による解像度低下を招く。特に、ダイクロイックミラー13、14の場合、基板上に形成されている多層膜の内部応力により、平面度は経時変化が発生するという問題もあり、上記平面度を実現しようと

すると板厚を厚くする必要がある。但し、板厚を厚くすることは非点隔差を増大させ、これも解像度を著しく劣化させる要因となる。

【0013】さらに、(図13)の構成は、ライトバルブ9, 10, 11から投写レンズ15までの空間が長く、投写レンズ15は長いバックフォーカスを有する必要がある。この場合、投写レンズ15の特にライトバルブ9, 10, 11側の外径が大きく、投写レンズ15の全長も長くなり、投写レンズのコストアップにつながる。

【0014】そこで、(図14(a)~(c))に示した構成のように、色合成光学系をプリズムを用いた構成にすれば、反射面の角度精度、位置精度はプリズムの加工精度のみに依存し、セット組立後の衝撃等によるコンバージェンスずれはほとんど発生しない。また、プリズムは十分な厚さを有しているため、各反射面の要求される平面度も比較的容易に実現でき、平面度の経時変化もほとんどない。非点隔差も屈折率の等しいプリズムでダイクロイックミラー面が挟持されているため発生しない。従って、コンバージェンスずれのない、高解像度の投写画像を容易に実現できる。

【0015】さらに、ライトバルブから投写レンズまでの空間は、空気より屈折率の高い光学ガラスなどの材料で占められているため、空気換算光路長が(図13)の構成に比べて短くすることができ、投写レンズをコンパクトに構成できる。

【0016】このように、色合成光学系をプリズムによる構成とすることで、(図13)の構成で発生する上記課題を解決できる。

【0017】しかし、(図14(a)~(c))に示した構成は、いずれも色合成光学系のダイクロイックミラー面に入射する光の基準入射角が $45^\circ$ であり、これがダイクロイックプリズムである場合、プレート状のダイクロイックミラーに比べて色再現性、色利用効率の点で不利となる。

【0018】一例として、(図14(a))に示した構成の色合成プリズム36のダイクロイックミラーの分光透過率を(図15(a), (b)、図16(a), (b))に示す。グラフの縦軸は透過率、横軸は波長を表している。

(図15(a)、図16(a))は、X字状に配置されている2つのダイクロイックミラー面の一方の分光透過率(赤反射青緑透過)を表し、(図15(b)、図16(b))は、もう一方の分光透過率(青反射緑赤反射)を表している。また、(図15(a), (b))は、基準入射角 $45^\circ$ におけるS偏光、P偏光、及び自然光の分光透過率、(図16(a), (b))自然光の基準入射角 $45^\circ$ の場合と、基準入射角から空気換算中で $\pm 5^\circ$ ずれた場合の分光透過率を表している。

【0019】まず、(図15(a), (b))からわかるように、いずれの分光特性もS偏光とP偏光の50%透過率波長(以下、半値波長)の分離幅が非常に大きい。色

分離、または色合成をする場合、反射波長帯域と透過波長帯域の間の分光曲線ができるだけシャープであることが色再現と色利用効率を両立するために有利となる。従って、(図15(a), (b))に示す分光特性の場合、直線偏光のみを利用する方式では、S偏光の分光特性を用いればよいが、特に自然光を用いた投写型表示装置の場合、1つの指標として透過率が90%と10%となる波長幅をみると、いずれも60nm以上もあり、このままでは色再現性の良好な、しかも色利用効率の高い性能を実現することは困難となる。

【0020】次に、(図16(a), (b))からわかるように、いずれも入射角依存性が大きく、これは投写画像の色むらの原因となる。ダイクロイックプリズムの場合、プレート状のダイクロイックミラーと同等の入射角依存性とするためには少なくとも基準入射角を $35^\circ$ 以下、望ましくは $30^\circ$ 以下にする必要があり、(図14(a)~(c))に示した構成はいずれも $45^\circ$ であるため、投写画像の色利用効率を維持しながら投写画像の色むらを除去することは困難となる。

【0021】以上のような、(図13)に示した構成の課題と、(14(a)~(c))に示した構成の課題を解決する手段として、(図17)に示す構成が例えば特開昭63-311892号公報に開示されている。光源81から出力する光は、レンズ82を経てダイクロイックミラー83, 84、ミラー85, 86, 87で構成される色分解光学系で3原色光に分解される。3原色光は、それぞれ対応する集光レンズ88, 89, 90、液晶パネル91, 92, 93を透過した後、色合成プリズム94で1つに合成され、投写レンズ95によって拡大投写される。色合成プリズム94として、特公昭38-23724号公報に開示されている空気層を有する3つプリズムの組み合わせで構成されたタイプを用いている。このタイプのプリズムをにすれば、V字状に配置された2つのダイクロイックミラー面に入射する光の角度を $45^\circ$ よりも小さくできるので、(図14(a)~(c))に示した構成の分光特性の課題を解決でき、またプリズムであるため、(図13)に示したような、プレート状のダイクロイックミラーを用いることによる投写画像の画質劣化も低減できる。

【0022】しかし、(図17)に示す構成の場合、空気層を十分薄く、しかも十分均一(空気層の両側のプリズム界面の平行度を高精度に)に調整することがプリズムの組立上、大幅なコストアップにつながる。空気層が厚い場合、発生する非点隔差が投写画像の解像度を劣化させ、また空気層が十分均一でない場合もプリズムの光入射面と光出射面の平行度低下が投写画像の解像度劣化の原因となる。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の課題を鑑みてなされたものであり、高輝度、高画質の液晶投写型

表示装置を提供するものである。

【0024】本発明の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む光を放射する光発生手段と、光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、3つの原色光が入射し、原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、2つの接合面には、それぞれ投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、前記第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とするものである。

【0025】また、本発明の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、3つの原色光が入射し、原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、2つの接合面には、それぞれ投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、かつ投写レンズから出力される光は自然光であるものである。

【0026】本発明の他の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、3つの原色光が入射し、原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、2つの接合面には、それぞれ投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、3つの画像形成手段は、色合成手段の光入射面にそれぞれ光学的に結合されるように固着され、かつ投写レンズから出力される光は自然光であるものである。

【0027】本発明の他の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む光を放射する光発生手段と、光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、3つの

原色光が入射し、原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、色分解手段と、色合成手段は、それぞれ、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラーを有するプリズム体であり、3つの原色光は、光発生手段から投写手段までの光路長が互いに略等しくなるように構成されているものである。

【0028】本発明の他の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む光を放射する光発生手段と、光発生手段からの放射光を3つの原色光に分解し、再び合成する色分解合成手段と、入射する3つの原色光をそれぞれ変調して、光学像を形成する3つの反射型画像形成手段と、色分解合成手段により1つに合成された出力光を投写する投写手段とを具備し、色分解合成手段は、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラー面を有するプリズム体であり、3つの原色光は、光発生手段から投写手段までの光路長が互いに略等しくなるように構成されているものである。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、(図1)から(図12)を用いて説明する。

【0030】(実施の形態1) (図1)は、本発明の投写型表示装置の構成一例を示したもので、101は光発生手段としての光源、104、105はダイクロイックミラー、103、106、107、108は全反射ミラー、114、115、116は画像形成手段としての液晶パネル、117は色合成手段としての3色合成プリズム、118は投写手段としての投写レンズであり、ダイクロイックミラー103、105と、全反射ミラー106、107、108は、色分解手段としての色分解光学系を構成する。

【0031】光源101は、メタルハライドランプなどの放電ランプと、ランプから放射された光の赤外光を透過し、可視光を反射するコールドミラーが形成された凹面鏡とで構成され、凹面鏡から略平行光が出力されるようになっている。

【0032】光源101から出力された赤、緑、青の3原色光を含む自然光は、紫外線を反射し、可視光を透過する紫外線カットフィルタ、全反射ミラー103を経て、ダイクロイックミラー104に $44^\circ$ の角度で入射する。ダイクロイックミラー104によって青色光は反射され、緑色光、赤色光は透過してダイクロイックミラー105に $38^\circ$ の角度で入射する。ダイクロイックミ

ラー105によって赤色光は反射され緑色光は透過する。このように白色光は、2つのダイクロイックミラー104、105で3つの原色光に分解される。分解された、青、赤、緑の光はそれぞれ、青色光が全反射ミラー106を経て、フィールドレンズ111に、赤色光はフィールドレンズ112に、リレーレンズ109、緑色光は全反射ミラー107、リレーレンズ110、全反射ミラー108を経て、フィールドレンズ113に入射する。さらに、3つの原色光は、それぞれ対応するフィールドレンズ111、112、113、液晶パネル114、115、116を透過した後、3色合成プリズム117に入射する。3色合成プリズム117は、3つの原色光を1つに合成し、合成された光は投写レンズ118に入射する。液晶パネル114、115、116で変調された光の中で、散乱する光はそのほとんどが光学系の有効部外に入射して遮蔽され、直進する光は投写レンズ118を透過してスクリーン（図示せず）に到達する。このようにして、液晶パネル114、115、116上に散乱特性の変化として形成された光学像は、投写レンズ118によってスクリーン上に拡大投写される。

【0033】光源101から液晶パネル114、115、116までの照明光路長距離は、青色光と赤色光とを等しくするように設定している。

【0034】緑色光の照明光路長は、青色光、赤色光の照明光路長とが異なるため、スクリーン上の照度分布が3色とも等光路長である場合と等価的に略等しくなるように、緑色光の光路中にリレーレンズ107、108を補助的に配置している。

【0035】フィールドレンズ111、112、113は、照明光を効率よく利用するため、投写レンズの入射瞳に照明光が集光する様に配置されている。

【0036】液晶パネル114、115、116は、液晶として、映像信号に応じた光散乱特性の変化によって光学像を形成する高分子分散液晶（以下、PD液晶と呼ぶ）を用いている。PD液晶を用いた場合、自然光を利用できるので、旋光性の変化によって光学像を形成するために一方の直線偏光のみを利用し、しかも偏光子、検光子としての偏光板が不可欠なツイストネマティック液晶（TN液晶）に比べて、飛躍的に高輝度な投写画像を表示できる。従って、（図1）に示した投写型表示装置は、投写レンズ118から自然光が出射する。

【0037】ここでPD液晶パネルの動作について（図2（a）、（b））を用いて簡単に説明する。

【0038】ポリマー125中には水滴状の液晶（以後、水滴状液晶124と呼ぶ）が分散されている。画素電極122にはTFT（図示せず）等が接続され、TFTのオン、オフにより画素電極122に電圧が印加されて、画素電極122上の液晶配向方向を変えて光を変調する。（図2（a））に示すように電圧を印加していない状態では、それぞれ水滴状液晶124は不規則な

方向に配向している。この状態ではポリマー125と水滴状液晶124とに屈折率差が生じ、入射光は散乱する。

【0039】ここで（図2（b））に示すように、対向電極123と画素電極122間に電圧を印加すると液晶分子の方向がそろう。液晶分子が一定方向に配向したときの屈折率をあらかじめポリマー125の屈折率と合わせておくと、入射光は散乱せずに直進する。

【0040】ここで、PD液晶パネルの製造方法について説明しておく。ポリマー125として、光硬化樹脂、特に紫外線により硬化する紫外線硬化樹脂（以後、UV樹脂）が通常用いられる。アレイ基板121と対向基板126とは一定の間隔をあけて保持される。保持手段としては微細なビーズが用いられることが多い。なお、PD液晶パネルには基本的には配向膜の形成は必要ない。アレイ基板121と対向基板126間に未硬化のUV樹脂成分と液晶成分とを混合させた溶液（以後、混合溶液と呼ぶ）を注入する。次に紫外線光を混合溶液に照射する。すると混合溶液のUV樹脂は硬化し、樹脂成分と液晶成分とが相分離する。液晶が少ない場合は（図2）に示すように水滴状液晶124となり、液晶が多い場合は、水滴状液晶124は連続状につながる。

【0041】次に、（図1）に示した構成の中で、3色合成プリズム117について、（図3）を用いて説明する。

【0042】3色合成プリズム117は、（図1）中の投写レンズ118側から順に、第1のプリズム131、第2のプリズム132、第3のプリズム133の3つのプリズムが接合して構成されている。3つのプリズムは光学ガラスを研磨したものであり、それぞれの屈折率は互いに等しいものを用いている。それぞれの接合面には、第1のダイクロイックミラー134と第2のダイクロイックミラー135が形成されている。

【0043】入射面136に入射する緑色光は、出射面139で一度全反射され、第1のダイクロイックミラー134に入射角 $\theta_1$ で入射し、再び反射されて出射面139より出射する。入射面137に入射する青色光は、第2のダイクロイックミラー135に入射角 $\theta_2$ で入射後反射され、第1のダイクロイックミラー134を透過して出射面139より出射する。入射面138に入射する赤色光は、第2のダイクロイックミラー135、第1のダイクロイックミラー134を順次透過して出射面139より出射する。

【0044】ここで、入射角 $\theta_1$ と入射角 $\theta_2$ は、（図3）に示すプリズム構成とすることですべて45°よりも小さく設定でき、良好な分光特性が得られる。また、3色合成プリズム117全体としてもコンパクトに構成できる。

【0045】設定する入射角の範囲としては、入射角 $\theta_1$ が20°以上40°以下、入射角 $\theta_2$ が25°以上35°



° 以下が望ましい。

【0046】入射角 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以下の場合、第1のプリズム131が光軸140と垂直な方向に極端に長くなり、色合成プリズム117、及び(図1)に示した投写型表示装置をコンパクトに構成できない。また、入射角 $\theta_1$ が $40^\circ$ 以上の場合、基準入射角が $45^\circ$ のダイクロイックプリズムの分光特性に近くなり、前述したS偏光とP偏光に半値波長の分離幅と、入射角依存性に起因する問題が発生する。

【0047】また、入射角 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以下の場合、入射角 $\theta_1$ が $40^\circ$ 以上となる場合があり、入射角 $\theta_2$ が $35^\circ$ 以上の場合、入射角 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上となる場合がある。

【0048】さらに、好ましくは、入射角 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下、入射角 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であれば、分光特性、コンパクト性ともにより良好な結果が得られる。

【0049】第2のプリズム132と第3のプリズム133は、同一形状にするとよい。こうすることで、プリズム加工上、第2のプリズム132と第3のプリズム133は同じ加工治具で生産でき、低コスト化に有利である。

【0050】その場合、入射角 $\theta_1$ と入射角 $\theta_2$ との関係は、以下の式で表すことができる。

【0051】

【数6】

【0052】従って、数式(6)を満たす条件で、かつ上記角度範囲内で入射角 $\theta_1$ と入射角 $\theta_2$ の基準入射角を決定すれば良い。(図1)、(図3)に示した本実施の形態例においては、基準入射角をそれぞれ入射角 $\theta_1$ が $26^\circ$ 、入射角 $\theta_2$ が $32^\circ$ となるように設定している。

【0053】(図4(a)、(b))、(図5(a)、(b))に、第1のダイクロイックミラー134と第2のダイクロイックミラー135の分光透過率特性を示す。(図4(a))、(図5(a))は第1のダイクロイックミラー134の分光透過率、(図4(b))、(図5(b))は第2のダイクロイックミラー135の分光透過率を表し、

(図4(a)、(b))はS偏光、P偏光、自然光のそれぞれの分光透過率、(図5(a)、(b))は自然光の分光透過率の入射角依存性を表している。

【0054】第1のダイクロイックミラーは緑反射なので、半値波長は2つ存在し、短波長側の半値波長を $495\text{ nm}$ 、長波長側の半値波長を $585\text{ nm}$ としている。また、青反射である第2のダイクロイックミラー135は、半値波長を $540\text{ nm}$ としている。

【0055】まず、(図4(a)、(b))に示すグラフからわかるように、(図15(a)、(b))に示した分光特性に比べて基準入射角が小さいので、第1のダイクロイ

ックミラー134、第2のダイクロイックミラー135ともにS偏光、P偏光の半値波長での波長分離幅が小さくなり、自然光を用いた場合の反射波長帯域が良好に確保できている。従って、3色合成プリズム117から出射する光は、自然光の場合でも色再現性が良好で、しかも色利用効率も良好な投写画像を表示できる。

【0056】特に、ダイクロイックミラー134は、基準入射角が $26^\circ$ と、ダイクロイックミラー135の $32^\circ$ よりもさらに小さいので、S偏光、P偏光の半値波長での波長分離幅はより抑制できる。即ち、第1のダイクロイックミラー134を緑反射とすれば、第2のダイクロイックミラー135には緑色光が入射しないので、第2のダイクロイックミラー135の半値波長を赤と青の中間の波長( $540\text{ nm}$ 前後)に設定すれば、第2のダイクロイックミラー135は、第1のダイクロイックミラー134より基準入射角が大きくても、これによるS偏光、P偏光の半値波長分離幅増大や入射角依存性による影響は実用上無視できるレベルとなる。また、こうすることで、第2のダイクロイックミラー135の半値波長公差も、第1のダイクロイックミラーより広く設定でき、歩留まりの点でも有利である。

【0057】次に、(図5(a)、(b))に示すグラフからわかるように、(図16(a)、(b))に示した分光特性に比べて第1のダイクロイックミラー134、第2のダイクロイックミラー135ともに、入射角依存性が低減されている。従って、(図14(a)、(b))の構成より色むらの少ない投写画像を表示できる。

【0058】さらに、(図3)に示した3色合成プリズム117は、(図17)に示した構成の色合成プリズム94のように空気層を有していないので、空気層がある場合に発生する可能性のある解像度劣化は起こらない。従って、空気層の組立精度が要求される(図17)の色合成プリズム94より、プリズムの組立が容易で生産性、コストの点で有利となる。

【0059】ここで、(図1)に示した構成の色分解光学系を構成するダイクロイックミラー104、ダイクロイックミラー105は、それぞれ入射する光の基準入射角を $44^\circ$ 、 $38^\circ$ とし、いずれも $45^\circ$ 以下としている。こうすることにより、セット全体もコンパクトに構成できる。しかも、プレート状のダイクロイックミラー104、105においても基準入射角が小さいほど分光特性がS偏光、P偏光の半値波長分離幅、入射角依存性の点でより有利となる。

【0060】以上のように、本発明の投写型表示装置は、色合成光学系に(図3)に示した構成の3色合成プリズムを用いているので、(図13)に示したプレート状のダイクロイックミラーを用いた場合に発生するコンバージェンスずれや解像度劣化、さらには長バックフォーカス化に伴う投写レンズのコストアップの課題を解決でき、また、(図14(a)~(b))に示したダイクロ

イックミラーへの基準入射角が $45^\circ$ であるダイクロイックプリズムを用いた場合に発生する、ダイクロイックミラーの分光特性劣化の課題や、(図17)に示した空気層を有するダイクロイックプリズムの空気層に起因するコスト高、または解像度劣化も同時に解決できる。従って、本発明の投写型表示装置は、高解像度で色再現、色利用効率の良好な投写画像を容易に実現できる。

【0061】なお、(図1)、(図3)に示した構成は、第1のダイクロイックミラー134を緑反射に、第2のダイクロイックミラーを青反射とし、それに伴って色分解光学系を構成するダイクロイックミラー104は青反射、ダイクロイックミラー105は赤反射としているが、色分解、色合成の各色配置は、他の方式でも良い。

【0062】例えば、第1のダイクロイックミラー134を青反射、第2のダイクロイックミラー135を緑反射とし、色分解光学系のダイクロイックミラー104を緑反射、ダイクロイックミラー105を赤反射とした場合の第1のダイクロイックミラー134と第2のダイクロイックミラー135の分光透過率特性を(図6(a)、(b))、(図7(a)、(b))に示す。

【0063】(図6(a))、(図7(a))は第1のダイクロイックミラー134の分光透過率、(図6(b))、(図7(b))は第2のダイクロイックミラー135の分光透過率を表し、(図6(a)、(b))はS偏光、P偏光、自然光のそれぞれの分光透過率、(図7(a)、(b))は自然光の分光透過率の入射角依存性を表している。

【0064】青反射である第1のダイクロイックミラーの半値波長は $495\text{nm}$ とし、緑反射である第2のダイクロイックミラー135は、半値波長を $585\text{nm}$ としている。

【0065】この場合、2つのダイクロイックミラーとも1色反射で構成しているため、加工上、多層膜の半値波長制御がしやすいという利点がある。

【0066】この場合も、(図6(a)、(b))に示すグラフからわかるように、(図15(a)、(b))に示した分光特性に比べて、第1のダイクロイックミラー134、第2のダイクロイックミラー135ともにS偏光、P偏光の半値波長での波長分離幅が小さくなり、自然光を用いた場合の反射波長帯域が良好に確保できている。

【0067】また、(図5(a)、(b))に示すグラフからわかるように、入射角依存性についても同様に(図16(a)、(b))に示した分光特性に比べて第1のダイクロイックミラー134、第2のダイクロイックミラー135ともに低減されている。

【0068】このように、本実施の形態では、(図3)に示す3色合成プリズムの分光特性例を2つ示したが、赤、青、緑の3色の配置はさらに他の組み合わせであっても、基準入射角が $45^\circ$ のプリズムの分光特性に対す

る有利性は確保できる。

【0069】また、本実施の形態では、第1のダイクロイックミラーへの基準入射角を $26^\circ$ 、第2のダイクロイックミラーへの基準入射角を $32^\circ$ にそれぞれ設定したが、前述の条件に範囲内であれば、他の基準入射角の組み合わせでも良い。

【0070】色分解光学系のダイクロイックミラー104、105についても、本実施の形態では、基準入射角をそれぞれ $44^\circ$ 、 $38^\circ$ としているが、 $45^\circ$ 以下であれば他の基準入射角の組み合わせとしても良い。

【0071】3色合成プリズム、色分解光学系の3色の色配置や、ダイクロイックミラー面への基準入射角については、以下の実施の形態についても同様のことが言える。

【0072】(実施の形態2)(図8)に示す投写型表示装置の構成は、液晶パネル114、115、116をそれぞれ3色合成プリズム117の入射面に固着したものであり、各構成部品、及び配置角度等は全て(図1)に示した構成と同一である。

【0073】液晶パネル114、115、116を3色合成プリズム117の入射面の面と固着することにより、空気との界面反射による不要反射光は少なくなりコントラストが向上する。この場合、各液晶パネル114、115、116は3色合成プリズム117に光学結合剤により光学的に結合されている。

【0074】光学結合剤としては、アクリル系やエポキシ系などの透明接着剤、シリコン樹脂を成分とするゲル、エチレングリコールなどの液体などが例示される。これらの光結合剤は屈折率が表示パネルの基板の屈折率に近いものが多く実用上充分である。具体的には信越化学工業(株)製の透明シリコン樹脂KE1051であり、屈折率は1.40である。これは、2種類の液体で供給されており、2液を混合して室温放置または加熱すると、付加重合反応によりゲル状に硬化する。

【0075】いずれの光学結合剤を用いる場合も、に示した対向基板と、張り付ける対象物との間に空気層があるとそこで画質異常を生じるので、空気層を含まないようにする必要がある。

【0076】各液晶パネル114、115、116が3色合成プリズム117に光学結合剤で固着した場合の効果について、(図2)に示した液晶パネル114、115、116の動作原理図を用いて以下に説明する。

【0077】各液晶パネル114、115、116が固着されていない場合、入射光はアレイ基板121側から入射し、ポリマー124層の水滴状液晶124で散乱する。散乱した光の一部は対向基板126の空気との界面で反射し、再びポリマー125層に入射する。入射した光は水滴状液晶124で再び散乱(2次散乱と呼ぶ)し、その散乱した光の一部は対向基板126から出射する。出射した光は投写レンズに入射し、スクリーンに投

写される。この、2次散乱による出射光は投写画像のコントラスト性能を著しく劣化させる要因となる。

【0078】従って、液晶パネル114、115、116を3色合成プリズム117に光結合剤を介して固着することで、液晶パネル114、115、116と3色合成プリズム117との間に不要反射光が発生する界面を光学的に除去でき、コントラスト劣化を防ぐことが出来る。

【0079】また、3色合成プリズム117の無効領域には光吸収膜が塗布されている。こうすることで、散乱した光はそのほとんどが光吸収膜に入射して吸収され、液晶パネル114、115、116に再び戻り、2次散乱を発生させることはほとんどない。したがって、表示コントラストはさらに向上し、また、液晶パネル114、115、116と3色合成プリズムとの界面反射光もなくなるため、乱反射による画素のにじみ、ウィンドコントラストの低下もなくなる。

【0080】なお、この場合、液晶パネル114、115、116が3色合成プリズム117に固着されているので、組立調整後に液晶パネル114、115、116の機構的位置ずれによるコンバージェンスずれの発生もなくなる。

【0081】以上、(図8)に示した構成は、コントラスト性能をより向上させるために、(図1)に示した構成の液晶パネル114、115、116と3色合成プリズム117を固着した場合を示したが、3色合成プリズム117は(図3)に示したものと同一であり、このプリズムを色合成光学系に用いた効果は、実施の形態1と全く同様である。

【0082】(実施の形態3)(図9)に示す投写型表示装置は、色分解光学系も色合成光学系と同様に(図3)に示した構成のプリズムを用い、赤、青、緑とも照明光路長を等しくした場合の構成の斜視図である。

【0083】141は光発生手段としての光源、143は3色分解プリズム、153、154、155は画像形成手段としての液晶パネル、156は色合成手段としての3色合成プリズム、157は投写手段としての投写レンズである。

【0084】液晶パネル153、154、155は、映像信号に応じて光散乱特性の変化として光学像を形成する高分子分散液晶を用いたものであり、(図1)に示した液晶パネル114、115、116ものと同一である。また、3色分解プリズム143と3色合成プリズム156も(図1)に示した3色合成プリズム117と同じものを用いている。

【0085】光源141は、メタルハライドランプなどの放電ランプと、ランプから放射された光の赤外光を透過し、可視光を反射するコールドミラーが形成された凹面鏡とで構成され、凹面鏡から略平行光が出力されるようになっている。

【0086】光源141から出力された赤、緑、青の3原色光を含む自然光は、全反射ミラー142を経て、3色分解プリズム143に入射する。3色分解プリズム143によって分解された3つの原色光は、青色光が全反射ミラー144、147を経てフィールドレンズ150に、赤色光が全反射ミラー145、148を経てフィールドレンズ151に、緑色光が全反射ミラー146、149を経て、フィールドレンズ152にそれぞれ入射する。さらに、3つの原色光は、それぞれ対応するフィールドレンズ150、151、152、液晶パネル153、154、155を透過した後、3色合成プリズム156に入射する。3色合成プリズム156は、3つの原色光を1つに合成し、合成された光は投写レンズ157に入射する。液晶パネル153、154、155に形成された光学像は、投写レンズ157によってスクリーン上(図示せず)に拡大投写される。

【0087】この構成の場合、光源141から液晶パネル153、154、155までの照明光路長距離が3色とも等しくなるので、スクリーン上の色均一性が(図1)に示した構成で用いたリレーレンズ109、110を用いなくても良好となり、また、色分解光学系もプリズムによる構成としているためにセット全体を非常にコンパクトに構成できる。

【0088】3色分解プリズム143、3色合成プリズムは、(図3)に示した3色合成プリズム117と同じものを用いているので、分光特性も(図4(a)、(b))、(図5(a)、(b))の示したようになり、(図13)に示したプレート状のダイクロイックミラーを用いた場合に発生するコンバージェンスずれや解像度劣化、さらには長バックフォーカス化に伴う投写レンズのコストアップの課題を解決でき、また、(図14(a)~(b))、(図15(a)、(b))に示したダイクロイックミラーへの基準入射角が45°であるダイクロイックプリズムを用いた場合に発生する、ダイクロイックミラーの分光特性劣化の課題や、(図17)に示した空気層を有するダイクロイックプリズムの空気層に起因するコスト高、または解像度劣化も同時に解決できる。従って、本実施の形態の投写型表示装置も、高解像度で色再現、色利用効率の良好な投写画像を容易に実現できる。

【0089】なお、照明光路中に配置されている3色分解プリズム143は、3色合成プリズム156ほど、ダイクロイックミラー面の平面度や角度精度が要求されないため、プリズムとしてガラス一体成形品や、プラスチック一体成型品を用いれば、より低コストにできる。その他、入射窓、および出射窓となるガラス基板とアルミニウムなどからなる枠体とで容器を構成し、この容器内に、色分解面となる基板を挿入し、容器の空間内にガラスの屈折率に近い液体を充填したものでよい。液体としてはエチレングリコールを主成分としたものが、光学性能(透明性、屈折率均一性等)、耐熱性、耐寒性など

に優れている点で望ましい。また、エチレングリコールの他に、少なくとも組立時には液体であるが、組立完了後は次第にゲル状となる透明シリコン樹脂などを用いてもよい。但し、これらの場合の3色分解プリズム143の形状は、3色合成プリズム156と略同一形状、または相似形状にすることが望ましい。

【0090】（実施の形態4）（図10）、（図11）、（図12）に示す投写型表示装置は、いずれも反射型の画像形成手段を用いた投写型表示装置の構成例であり、（図10）に示す構成の画像形成手段は、映像信号に応じて光散乱特性の変化として光学像を形成する高分子分散液晶を用いたライトバルブであり、（図11）に示す構成の画像形成手段は、マトリックス状に反射ミラーが配列され、前記反射ミラーの傾角を制御することにより光学像を形成する反射素子であり、（図12）に示す構成の画像形成手段は、複屈折性の変化として光学像を形成する液晶を用いたライトバルブである。

【0091】以下に、上記3つの構成例について、図面を参照しながら説明する。まず、（図10）に示す投写型表示装置は高分子分散液晶を用いたもので、161は光発生手段としての光源、164は色分解合成手段としての3色分解合成プリズム、165、166、167は画像形成手段としての液晶パネル、169は投写手段としての投写レンズである。

【0092】液晶パネル165、166、167は、映像信号に応じて光散乱特性の変化として光学像を形成する高分子分散液晶を用いた反射型パネルである。また、3色分解合成プリズム164は、（図1）に示した3色合成プリズム117と同じものを用いている。

【0093】光源161は、メタルハライドランプなどの放電ランプと、ランプから放射された光の赤外光を透過し、可視光を反射するコールドミラーが形成された凹面鏡とで構成され、凹面鏡から略平行光が出力されるようになっている。

【0094】光源161から出力された赤、緑、青の3原色光を含む自然光は、全反射ミラー162、163を経て、3色分解合成プリズム164に入射する。3色分解プリズム164によって分解された3つの原色光は、青色光が液晶パネル165に、赤色光が液晶パネル166に、緑色光が液晶パネル167にそれぞれ入射する。3つの原色光は、それぞれ対応する、液晶パネル165、166、167によって変調された後反射されて、再び3色分解合成プリズム164に入射する。3色分解合成プリズム164は、3つの原色光を1つに合成し、合成された光は絞り168に入射する。散乱光として変調された光は、そのほとんどが絞り168によって遮光され、変調されない光は絞り168を通過して投写レンズ169に入射する。このようにして、散乱特性の変化として液晶パネル165、166、167上に形成された光学像は、投写レンズ169によってスクリーン上

（図示せず）に拡大投写される。

【0095】この構成の場合も、光源161から液晶パネル165、166、167までの照明光路長距離が3色とも等しくなるので、スクリーン上の色均一性が（図1）に示した構成で用いたリレーレンズ109、110を用いなくても実現でき、また、色分解光学系と色合成光学系を1つの3色分解合成プリズム164で構成しているためセット全体を非常にコンパクトに構成できる。

【0096】3色分解合成プリズム164は、（図3）に示した3色合成プリズム117と同じものを用いているので、分光特性も（図4（a）、（b））、（図5（a）、（b））の示したようになり、（図13）に示したプレート状のダイクロイックミラーを用いた場合に発生するコンバージェンスずれや解像度劣化、さらには長バックフォーカス化に伴う投写レンズのコストアップの課題を解決でき、また、（図14（a）～（b））、（図15（a）、（b））に示したダイクロイックミラーへの基準入射角が45°であるダイクロイックプリズムを用いた場合に発生する、ダイクロイックミラーの分光特性劣化の課題や、（図17）に示した空気層を有するダイクロイックプリズムの空気層に起因するコスト高、または解像度劣化も同時に解決できる。従って、本実施の形態の投写型表示装置も、高解像度で色再現、色利用効率の良好な投写画像を容易に実現できる。

【0097】なお、以上の実施の形態で示した、高分子分散液晶を用いた投写型表示装置の場合、（図1）、（図8）、（図9）および（図10）において、散乱光と直進光の進行方式はこれらに限定するものではなく、たとえば直進光成分を遮光体で遮蔽し、散乱光をスクリーンに投写する中心遮蔽型の光学系を用いてもよい。

【0098】次に、（図11）に示す投写型表示装置は、マトリックス状に反射ミラーが配列された反射素子を用いたもので、171は光発生手段としての光源、175は色分解合成手段としての3色分解合成プリズム、176、177、178は画像形成手段としての液晶パネル、179は投写手段としての投写レンズである。

【0099】ライトバルブ176、177、178は、映像信号に応じて、マトリックス状に配列されている微小な各反射ミラーの傾き角が変化して光学像を形成する高分子分散液晶を用いた反射型パネルである。また、この場合も、3色分解合成プリズム175は、（図1）に示した3色合成プリズム117と同じものを用いている。

【0100】光源171は、メタルハライドランプなどの放電ランプと、ランプから放射された光の赤外光を透過し、可視光を反射するコールドミラーが形成された凹面鏡とで構成され、凹面鏡から略平行光が出力されるようになっている。

【0101】光源171から出力された赤、緑、青の3原色光を含む自然光は、全反射ミラー172、173、

フィールドレンズ174を経て、3色分解合成プリズム175に入射する。3色分解プリズム175によって分解された3つの原色光は、青色光が液晶パネル176に、赤色光が液晶パネル177に、緑色光が液晶パネル178にそれぞれ入射する。3つの原色光は、それぞれ対応する、液晶パネル176、177、178によって変調された後反射されて、再び3分解色合成プリズム175に入射する。3色分解合成プリズム175は、3つの原色光を再び1つに合成し、合成された光は投写レンズ179に入射する。液晶パネル176、177、178上に光の反射角の変化によって形成された光学像は、投写レンズ179によってスクリーン上（図示せず）に拡大投写される。

【0102】この構成の場合も、光源171から液晶パネル176、177、178までの照明光路長距離が3色とも等しくなるので、スクリーン上の色均一性が（図1）に示した構成で用いたリレーレンズ109、110を用いなくても実現でき、また、色分解光学系と色合成光学系を1つの3色分解合成プリズム175で構成しているためセット全体を非常にコンパクトに構成できる。

【0103】また、3色分解合成プリズム175は、（図3）に示した3色合成プリズム117と同じものを用いているので、分光特性も（図4（a）、（b））、（図5（a）、（b））の示したようになり、（図13）に示したプレート状のダイクロイックミラーを用いた場合に発生するコンバージェンスずれや解像度劣化、さらには長バックフォーカス化に伴う投写レンズのコストアップの課題を解決でき、また、（図14（a）～（b））、（図15（a）、（b））に示したダイクロイックミラーへの基準入射角が45°であるダイクロイックプリズムを用いた場合に発生する、ダイクロイックミラーの分光特性劣化の課題や、（図17）に示した空気層を有するダイクロイックプリズムの空気層に起因するコスト高、または解像度劣化も同時に解決できる。従って、本実施の形態の投写型表示装置も、高解像度で色再現、色利用効率の良好な投写画像を容易に実現できる。

【0104】次に、（図12）に示す投写型表示装置は、複屈折性を有する液晶を用いたもので、181は光発生手段としての光源、183は偏光ビームスプリッタ、184は色分解合成手段としての3色分解合成プリズム、185、186、187は画像形成手段としての液晶パネル、188は投写手段としての投写レンズである。

【0105】ライトバルブ185、186、187は、映像信号に応じて、複屈折性が変化して光学像を形成する液晶を用いた反射型パネルである。液晶材料としては、強誘電液晶、ホメオトロピック液晶などが例示される。偏光ビームスプリッタは2つのプリズムを接合したもので、その接合面には偏光選択性を有する多層膜が形成されている。また、この場合も、3色分解合成プリズ

ム184は、（図1）に示した3色合成プリズム117と同じものを用いている。

【0106】光源181は、メタルハライドランプなどの放電ランプと、ランプから放射された光の赤外光を透過し、可視光を反射するコールドミラーが形成された凹面鏡とで構成され、凹面鏡から略平行光が出力されるようになっている。

【0107】光源181から出力された赤、緑、青の3原色光を含む自然光は、全反射ミラー182を経て、偏光ビームスプリッタ183に入射する。偏光ビームスプリッタ183に入射した自然光のうち、P偏光は不要光として偏光ビームスプリッタ183を透過し、S偏光は反射されて色分解合成プリズム184に入射する。3色分解プリズム184によって分解された3つの原色光は、青色光が液晶パネル185に、赤色光が液晶パネル186に、緑色光が液晶パネル187にそれぞれ入射する。略直線偏光となった3つの原色光は、それぞれ対応する、液晶パネル186、187、188によって楕円偏光に変調された後反射されて、再び3分解色合成プリズム184に入射する。3色分解合成プリズム184は、3つの原色光を再び1つに合成し、合成された光は再び偏光ビームスプリッタ183に入射する。液晶パネル186、187、188によって変調された楕円偏光のうち、P偏光に変換された光は偏光ビームスプリッタ183を透過して投写レンズ188に入射し、変換されないS偏光は偏光ビームスプリッタ183によって反射されて光源181側に進行する。このように、液晶パネル185、186、187上に液晶の複屈折性の変化によって形成された光学像は、投写レンズ179によってスクリーン上（図示せず）に拡大投写される。

【0108】この構成の場合も、光源181から液晶パネル186、187、188までの照明光路長距離が3色とも等しくなるので、スクリーン上の色均一性が（図1）に示した構成で用いたリレーレンズ109、110を用いなくても実現でき、また、色分解光学系と色合成光学系を1つの3色分解合成プリズム184で構成しているためセット全体を非常にコンパクトに構成できる。

【0109】また、3色分解合成プリズム184は、（図3）に示した3色合成プリズム117と同じものを用いているので、（図13）に示したプレート状のダイクロイックミラーを用いた場合に発生するコンバージェンスずれや解像度劣化、さらには長バックフォーカス化に伴う投写レンズのコストアップの課題を解決する。

【0110】分光特性に関しては、この場合、直線偏光を用いるのでS偏光の分光透過率のみでダイクロイックミラーを設計できる。従って、（図14（a）～（b））に示したようなS偏光とP偏光の半値波長幅が大きいことに起因する問題はない。但し、（図15（a）、（b））に示したダイクロイックミラーへの基準入射角が45°であるダイクロイックプリズムを用いた場合に発生する、

ダイクロミックミラーの入射角依存性の課題解決は、前述の実施の形態と同様に有効である。また、(図17)に示した空気層を有するダイクロミックプリズムの空気層に起因するコスト高、または解像度劣化も同時に解決できる。従って、本実施の形態の投写型表示装置も、高解像度で色再現、色利用効率の良好な投写画像を容易に実現できる。

【0111】なお、以上の全ての実施の形態において、光源としてメタルハライドランプを用いたが、他に水銀ランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ、および無電極放電ランプなどを光源として用いても良い。

#### 【0112】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、3つのライトバルブを用い、1つの投写レンズで構成するときに、色合成光学系に起因して発生するコンバージェンスずれ、非点隔差、解像度劣化を除去し、しかも色均一性、色再現性、色利用効率の良好な投写画像を表示できる投写型表示装置を提供でき、非常に大きな効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による投写型表示装置の概略構成図

【図2】高分子分散液晶の動作原理の説明図

【図3】本発明の投写型表示装置に用いる3色合成プリズムの構成図

【図4】本発明の投写型表示装置に用いる3色合成プリズム分光透過率特性図

【図5】本発明の投写型表示装置に用いる3色合成プリズム分光透過率特性図

【図6】本発明の投写型表示装置に用いる3色合成プリズム分光透過率特性図

【図7】本発明の投写型表示装置に用いる3色合成プリズム分光透過率特性図

【図8】本発明の一実施の形態による投写型表示装置の概略構成図

【図9】本発明の一実施の形態による投写型表示装置の斜視図

【図10】本発明の一実施の形態による投写型表示装置の斜視図

【図11】本発明の一実施の形態による投写型表示装置の斜視図

【図12】本発明の一実施の形態による投写型表示装置の斜視図

【図13】従来の投写型表示装置の概略構成図

【図14】従来の投写型表示装置の概略構成図

【図15】従来の投写型表示装置に用いる色合成プリズムの分光透過率特性図

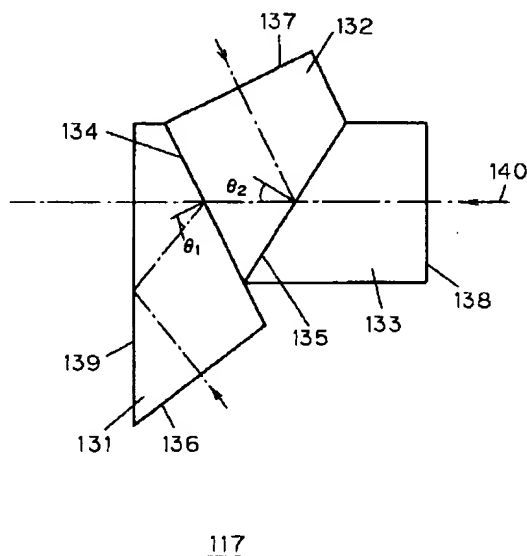
【図16】従来の投写型表示装置に用いる色合成プリズムの分光透過率特性図

【図17】従来の投写型表示装置の概略構成図

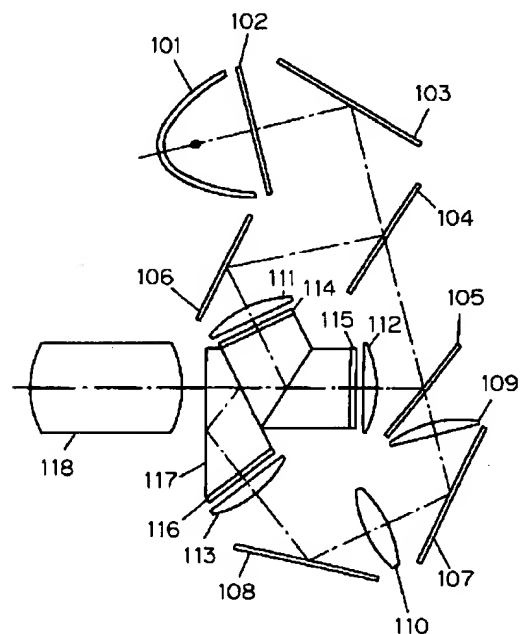
#### 【符号の説明】

- 101 光源
- 104, 105 ダイクロミックミラー
- 103, 106, 107, 108 全反射ミラー
- 114, 115, 116 液晶パネル
- 117 3色合成プリズム
- 118 投写レンズ

【図3】



【図8】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成13年2月9日(2001. 2. 9)

【公開番号】特開平10-104763

【公開日】平成10年4月24日(1998. 4. 24)

【年通号数】公開特許公報10-1048

【出願番号】特願平8-256120

【国際特許分類第7版】

G03B 33/12

G02B 5/04

27/18

H04N 9/31

【F I】

G03B 33/12

G02B 5/04 B

27/18 Z

H04N 9/31 C

【手続補正書】

【提出日】平成11年8月31日(1999. 8. 31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、前記光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、前記3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、前記3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、前記色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、前記色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、前記2つの接合面には、それぞれ前記投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、前記第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、前記第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は以下の条件を満足し、かつ投写レンズから出力される光は自然光であることを特徴とする投写型表示装置。

【数1】

【請求項2】 前記角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項3】 色分解手段は、2つの平板状ダイクロイックミラーと、少なくとも2つのレンズから構成されるリレーレンズを有し、前記2つのダイクロイックミラーに入射する光の角度は、いずれも $45^\circ$ 以下となるように配置されている請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項4】 3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、前記光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、前記3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、前記3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、前記色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、前記色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、前記2つの接合面には、それぞれ前記投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、前記第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、前記第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は以下の条件を満足し、前記3つの画像形成手段は、前記色合成手段の光入射面にそれぞれ光学的に結合されるように固着され、かつ投写レンズから出力される光は自然光であることを特徴とする投写型表示装置。

【数2】

【請求項5】 前記角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項4記載の投写型表示装置。

【請求項6】 色分解手段は、2つの平板状ダイクロイ

ックミラーと、少なくとも2つのレンズから構成されるリレーレンズを有し、前記2つのダイクロイックミラーに入射する光の角度は、いずれも $45^\circ$ 以下となるように配置されている請求項4記載の投写型表示装置。

【請求項7】 3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、前記光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、前記3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、前記3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、前記色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、前記色分解手段と、前記色合成手段は、いずれも、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラー面を有するプリズム体であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は以下の条件を満足し、前記3つの原色光は、前記光発生手段から前記投写手段までの光路長が互いに略等しくなるように構成され、かつ投写レンズから出力される光は自然光であることを特徴とする投写型表示装置。

#### 【数3】

【請求項8】 前記角度 $\theta_1$ は $90^\circ - 2\theta_2$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項7記載の投写型表示装置。

【請求項9】 前記色分解手段のプリズム体と、前記色合成手段のプリズム体は互いに同一形状、または相似形状である請求項7記載の投写型表示装置。

【請求項10】 3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、前記光発生手段からの放射光を3つの原色光に分解し、再び合成する色分解合成手段と、入射する前記3つの原色光をそれぞれ変調して、光学像を形成する3つの反射型画像形成手段と、前記色分解合成手段により1つに合成された出力光を投写する投写手段とを具備し、前記色分解合成手段は、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラー面を有するプリズム体であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は以下の条件を満足し、前記3つの原色光は、前記光発生手段から前記投写手段までの光路長が互いに略等しくなるように構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

#### 【数4】

【請求項11】 前記角度 $\theta_1$ は $90^\circ - 2\theta_2$ 以上 $30^\circ$ 以下であり、前記角度 $\theta_2$ は $30^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であるこ

とを特徴とする請求項10記載の投写型表示装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】また、本発明の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、3つの原色光が入射し、原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、前記2つの接合面には、それぞれ投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は以下の条件を満足し、かつ投写レンズから出力される光は自然光であるものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】

【数5】

【手続補正4】  $\theta_1 = 90^\circ - 2\theta_2$

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】本発明の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、3つの原色光が入射し、原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、色合成手段は、2つの接合面を有する3つのプリズム部材からなり、2つの接合面には、それぞれ投写手段側から順に第1のダイクロイックミラーと第2のダイクロイックミラーが形成され、第1のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_1$ は $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下であり、第2のダイクロイックミラーに入射する光の角度 $\theta_2$ は $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は(数5)の条件を満足し、3つ



の画像形成手段は、前記色合成手段の光入射面にそれぞれ光学的に結合されるように固着され、投写レンズから出力される光は自然光であるものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】本発明の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、光発生手段の放射光を3つの原色光に分解する色分離手段と、3つの原色光が入射し、前記原色光を変調して光学像を形成する3つの画像形成手段と、3つの画像形成手段からの出力光を1つに合成する色合成手段と、色合成手段で合成された光を投写する投写手段とを具備し、色分解手段と、色合成手段は、いずれも、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラー面を有するプリズム体であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は(数5)の条件を満足し、3つの原色光は、光発生手段から前記投写手段までの光路長が互いに略等し

くなるように構成され、投写レンズから出力される光は自然光であるものである。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】本発明の投写型表示装置は、3原色の色成分を含む自然光を放射する光発生手段と、前記光発生手段からの放射光を3つの原色光に分解し、再び合成する色分解合成手段と、入射する前記3つの原色光をそれぞれ変調して、光学像を形成する3つの反射型画像形成手段と、前記色分解合成手段により1つに合成された出力光を投写する投写手段とを具備し、前記色分解合成手段は、入射する光の角度 $\theta_1$ が $20^\circ$ 以上 $40^\circ$ 以下である第1のダイクロイックミラーと、入射する光の角度 $\theta_2$ が $25^\circ$ 以上 $35^\circ$ 以下である第2のダイクロイックミラーの、少なくとも2つのダイクロイックミラー面を有するプリズム体であり、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は(数5)の条件を満足し、前記3つの原色光は、前記光発生手段から前記投写手段までの光路長が互いに略等しくなるように構成されているものである。